

# Analisis Spasial Sebaran Air Tanah Kota Palopo Berdasarkan Data Resistivitas Menggunakan Interpolasi Kriging

I. K. Putri\*, A. Nurfalaq  
Universitas Cokroaminoto Palopo  
Email: [\\*iinkarmilaputri@uncp.ac.id](mailto:iinkarmilaputri@uncp.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran air tanah Kota Palopo berdasarkan resistivitasnya. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Schlumberger dan interpolasi metode kriging. Sebaran air tanah Kota Palopo melingkupi area 0,4 – 11,5% luas Kota Palopo pada kedalaman 5 - >60 m dengan material berupa endapan alluvial seperti lempung, lumpur dan pasir. Daerah yang memiliki potensi air tanah terdapat pada wilayah pesisir di sebelah timur Kota Palopo yang meliputi Kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana. Daerah yang memiliki potensi air tanah terdapat pada wilayah pesisir di sebelah timur Kota Palopo yang meliputi Kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.

Kata kunci: geolistrik, air tanah, kriging

## 1. Pendahuluan

Secara geografis, bentang alam Kota Palopo khususnya bagian timur berupa dataran rendah. Batuan penyusun di daerah ini didominasi oleh endapan alluvial. Endapan alluvial terdiri dari pasir, lempung dan kerikil yang dapat bertindak sebagai pembawa air tanah (akuifer). Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Palopo Nomor 9 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Palopo tahun 2012-2032 cekungan air tanah di Kota Palopo terletak di Kelurahan Salubattang Kecamatan Telluwanua dengan luas area lebih kurang 2.634,71 hektar [1]. Air tanah Kota Palopo tergolong ke dalam air tanah dangkal dengan kedalaman yang bervariasi mulai dari kedalaman 1 m hingga 12 m dengan material penyusun pasir dan kerikil yang memiliki sifat porositas dan permeabilitas baik [2]. Di Kecamatan Sendana lapisan akuifer berupa pasir dan kerikil yang memiliki nilai tahanan jenis 21,6 – 81,3 m pada kedalaman lebih dari 45 m [3].

Air tanah di Kota Palopo dimanfaatkan untuk berbagai keperluan mulai dari keperluan rumah tangga, usaha air mineral hingga perhotelan/penginapan. Air tanah dimanfaatkan sebagai sumber air bersih dalam bentuk sumur, sumur pompa, dan sumur bor. Berdasarkan data BPS Kota Palopo terdapat 51 usaha penginapan dua diantaranya merupakan hotel berbintang dan lainnya berupa usaha penginapan lainnya [4]. Untuk memenuhi kebutuhan air yang cukup besar selain menggunakan PDAM juga memanfaatkan air tanah (sumur bor). Untuk menjaga ketersediaan air tanah dan mengantisipasi terjadinya eksploitasi air tanah secara berlebihan maka perlu dilakukan

upaya konservasi. Upaya konservasi ini dimulai dari menginventarisasi potensi air tanah Kota Palopo dan mengetahui seberapa besar potensinya. Hal ini penting dilakukan agar air tanah Kota Palopo dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Eksploitasi air tanah secara berlebihan dapat berdampak pada penurunan muka air tanah, intrusi air laut, pencemaran air tanah dan penurunan muka tanah (*land subsidence*) [5].

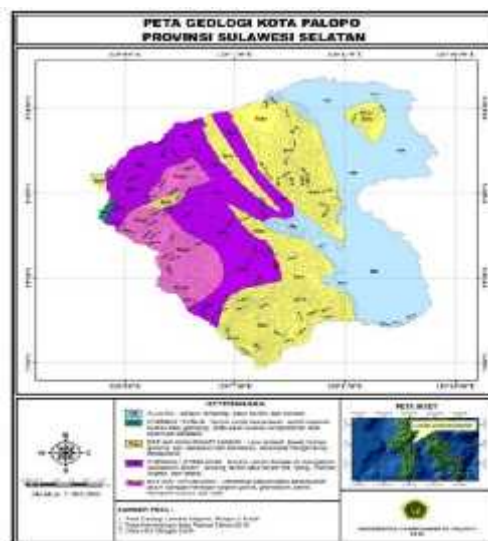
Sebaran air tanah dapat diketahui melalui pemetaan iso-resistivitas air tanah pada berbagai kedalaman. Pemetaan air tanah ini bermanfaat untuk berbagai keperluan terutama dalam pengelolaan sumber air tanah dan perencanaan pemanfaatan air tanah itu sendiri. Dalam penelitian ini, pemetaan air tanah dilakukan berdasarkan data resistivitas melalui teknik interpolasi Kriging untuk mengetahui sebaran air tanah. Studi komparasi berbagai teknik interpolasi dalam memodelkan tinggi muka air tanah menunjukkan bahwa teknik interpolasi *Simple Kriging* memiliki validitas tertinggi [6].

Dalam penelitian ini, pengumpulan data lapangan dilakukan dengan mengukur resistivitas batuan menggunakan metode geolistrik. Titik pengukuran sebanyak 12 titik pengukuran tersebar di Sembilan kecamatan. Untuk mengolah dan menganalisa data resistivitas Kota Palopo secara spasial digunakan pendekatan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Didalam analisis data secara spasial, diperlukan data yang melingkupi seluruh lokasi penelitian. Oleh karena itu, proses interpolasi dilakukan untuk memperoleh sebaran air tanah berdasarkan data resistivitas.

## 2. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan peta geologi regional lembar Malili [7] dan lembar Majene dan bagian barat lembar Palopo [8] **Error! Reference source not found.**, Kota Palopo terdiri atas tiga formasi batuan yaitu:

1. Aluvium (Qal): lumpur, lempung, pasir, kerikil, kerakal. Satuan ini merupakan endapan sungai, rawa dan pantai. Sebarannya meliputi dataran di sebelah timur.
2. Batuan Gunung Api Lamasi (Tplv): lava, breksi, tufa. Lava, bersusunan andesit sampai basal; memperlihatkan struktur aliran, amigdaloid, padu pejal.
3. Formasi Latimojong (Kls): perselingan batusabak, filit, wake, kuarsit, batugamping, batulanau sisipan konglomerat, rijang, umumnya termalihan sangat lemah.



Gambar 1. Peta geologi regional Kota Palopo

Salah satu sifat fisis batuan yang menjadi target survey dalam geofisika adalah resistivitas. Resistivitas batuan diidentifikasi menggunakan metode geolistrik. Resistivitas merupakan sifat fisis bahan konduktor yang menyatakan kemampuannya untuk menentang/menghambat aliran muatan [9]. Batuan beku dan metamorf ciri khasnya memiliki nilai resistivitas yang tinggi. Resistivitas batuan tersebut sangat bergantung pada derajat rekahan dan persentase rekahan yang terisi air tanah. Beberapa jenis batuan mempunyai rentang nilai resistivitas yang besar sekitar 1000 hingga 10 juta Ohm.m bergantung pada apakah keadaan basah atau kering.

Batuan sedimen yang biasanya lebih banyak pori dan mempunyai kandungan air lebih tinggi normalnya memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan beku dan metamorf. Rentang nilai resistivitas dari 10 hingga 10000 Ohm.m dengan paling banyak nilai di bawah 1000 Ohm.m. Nilai resistivitas sebagian besar bergantung pada porositas batuan dan salinitas air yang terkandung di dalam batuan tersebut. Sedimen lepas (*unconsolidated sediment*) umumnya memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dari batuan sedimen, dengan rentang nilai dari 10 hingga 1000 Ohm.m. Nilai resistivitas bergantung pada porositas (diasumsikan semua pori tersaturasi) serta kandungan lempung. Tanah berlempung normalnya memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dari tanah berpasir. Namun perlu diperhatikan tumpang tindih nilai resistivitas batuan dari jenis yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh resistivitas batuan bergantung pada sejumlah faktor seperti porositas, derajat saturasi air dan konsentrasi garam terlarut. Resistivitas air tanah bervariasi dari 10 hingga 100 Ohm.m bergantung pada konsentrasi garam terlarut. Perhatikan resistivitas rendah (sekitar 0,2 Ohm.m) dari air laut disebabkan oleh kandungan garam yang relatif tinggi. Hal ini menjadikan metode resistivitas merupakan teknik yang ideal untuk pemetaan antarmuka air tawar dan air laut di daerah pantai [10].

Tabel 1. Harga resistivitas berbagai batuan, mineral

Material	Resistivity (Ohm.m)
<i>Igneous and Metamorphic Rocks</i>	
<i>Granite</i>	$5 \times 10^3 - 10^6$
<i>Basalt</i>	$10^3 - 10^6$
<i>Slate</i>	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
<i>Marble</i>	$10^2 - 2,5 \times 10^8$
<i>Quartzite</i>	$10^2 - 2 \times 10^8$
<i>Sedimentary Rocks</i>	
<i>Sandstone</i>	$8 - 4 \times 10^3$ $200 - 8000^*$
<i>Shale</i>	$20 - 2 \times 10^3$
<i>Limestone</i>	$50 - 4 \times 10^2$
<i>Gravel</i>	$100 - 600^*$
<i>Soils and water</i>	
<i>Clay</i>	$1 - 100$
<i>Alluvium</i>	$10 - 800$
<i>Groundwater</i>	$10 - 100$ $0,5 - 300^*$
<i>Sea water</i>	$0,2$

(Sumber: [10]; \* [11])

Interpolasi merupakan metode dalam memprediksi nilai untuk cell dalam raster dari jumlah titik data sample yang terbatas. Interpolasi dapat digunakan untuk

memprediksi nilai yang tidak diketahui untuk berbagai data titik geografis seperti elevasi, curah hujan, konsentrasi kimia, tingkat kebisingan dan sebagainya [12]. Salah satu metode interpolasi yang banyak digunakan adalah Kriging. Selain itu juga terdapat beberapa metode interpolasi lainnya seperti *Inverse Distance Weighted* (IDW), *Spline* dan *Natural Neighbor*. Kriging adalah prosedur geostatistik lanjutan yang menghasilkan permukaan terestimasi dari sejumlah titik acak yang memiliki nilai  $z$ . Teknik ini digunakan untuk mengestimasi nilai  $z$  pada titik yang tidak tersampel berdasarkan informasi dari karakteristik nilai  $z$  tersampel yang berada pada wilayah sekitarnya. Metode interpolasi ini sangat baik dalam pemodelan air tanah karena memiliki tingkat validitas tertinggi diantara metode interpolasi lainnya [13].

### 3. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Palopo yang meliputi 9 kecamatan yaitu Kecamatan Telluwanua, Bara, Wara Utara, Wara Timur, Wara dan Wara Selatan. Data resistivitas diperoleh dari pengukuran geolistrik konfigurasi Schlumberger menggunakan seperangkat alat resistivimeter tipe IPMGEO4100, GPS, elektroda, dan kabel dengan panjang bentangan (AB) 200 m. Titik pengukuran sebanyak 12 titik yang tersebar di 9 kecamatan.

Peta isoeresistivitas Kota Palopo untuk kedalaman 5 m, 20 m, 40 m dan 60 m dibuat dengan menggunakan aplikasi pengolah data SIG dengan metode interpolasi Kriging. Hasil interpolasi kemudian direklasifikasi berdasarkan nilai resistivitas batuan (Tabel 1) yaitu <300 Ohm.m, 300 – 800 Ohm.m, 800 – 5000 Ohm.m dan >5000 Ohm.m.

### 4. Hasil dan Pembahasan

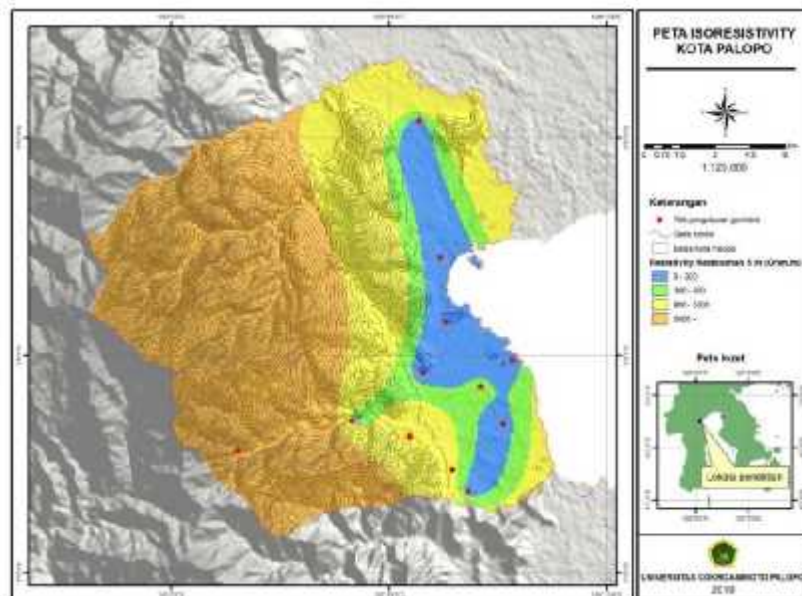
Data resistivitas yang diperoleh dari titik-titik pengukuran berupa data variasi resistivitas batuan terhadap kedalaman. Setiap lapisan batuan memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Tabel 1 memperlihatkan harga resistivitas berbagai batuan dan mineral. Dalam table tersebut memperlihatkan harga resistivitas material yang mengandung air tanah sebesar 0,5 – 300 Ohm.m. Lapisan batuan yang memiliki resistivitas 300 – 800 Ohm.m diinterpretasikan sebagai endapan alluvial berupa pasir, lempung dan kerikil yang tidak jenuh air. Lapisan batuan yang memiliki resistivitas 800 – 5000 Ohm.m diinterpretasikan sebagai lempung, batuan beku seperti basal dan granit. Batuan yang memiliki resistivitas lebih dari 5000 Ohm.m diinterpretasikan sebagai tubuh batuan beku.

Tabel 2. Harga resistivitas setiap titik pengukuran pada berbagai kedalaman

NO	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ohm.m)											
		Wara	Wasel	Warut	Sen1	Sen2	Sen3	Mung1	Mung2	Tel	Bara	Warbar	Wartim
1	0-5	523.0	144.0	12.5	3329.0	104.0	38.6	40825.0	101.0	85.5	6.3	124.0	5.4
2	5-10	183.0	12.7	4.1	625.0	7.2	2.3	40825.0	181.0	13.8	35.1	5815.0	9.5
3	10-15	0.3	1.4	4.1	319.0	7.2	5.0	40825.0	829.0	37.9	35.1	51060.0	69.7
4	15-20	0.3	0.1	42.6	319.0	1652.0	115.2	40825.0	6133.0	53.5	35.1	51060.0	69.7
5	20-25	0.3	0.1	42.6	77.6	1652.0	115.2	240000.0	6133.0	53.5	8.4	62499.0	18.1

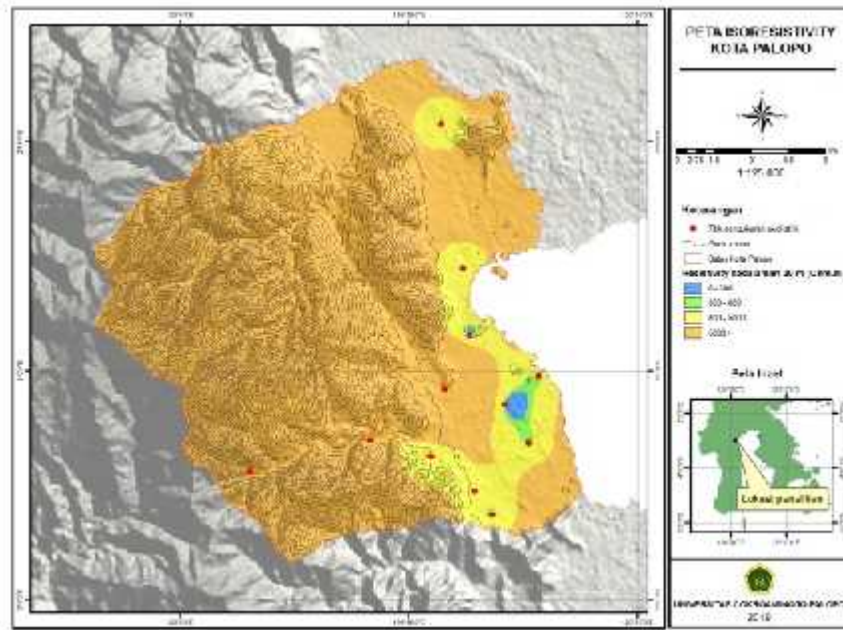
NO	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ohm.m)											
		Wara	Wasel	Warut	Sen1	Sen2	Sen3	Mung1	Mung2	Tel	Bara	Warbar	Wartim
6	25-30	0.3	0.1	42.6	77.6	1345.0	4685.0	240000.0	6133.0	53.5	8.4	62499.0	4.9
7	30-35	0.3	0.1	66.5	77.6	1345.0	4685.0	240000.0	6133.0	19.0	8.4	62499.0	4.9
8	35-40	0.3	0.1	66.5	55.7	1345.0	4685.0	240000.0	28957.0	19.0	12.0	62499.0	4.9
9	40-45	0.3	0.1	66.5	55.7	1345.0	69.9	240000.0	28957.0	11.5	12.0	62499.0	4.9
10	45-50	0.3	0.1	66.5	55.7	14.5	69.9	240000.0	28957.0	11.5	12.0	62499.0	4.9
11	50-55	0.3	0.1	66.5	55.7	14.5	69.9	240000.0	28957.0	11.5	12.0	48783.0	4.9
12	55-60	0.3	0.1	66.5	13.3	14.5	69.9	240000.0	28957.0	11.5	12.0	48783.0	25.3

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 2, hampir seluruh kecamatan di Kota Palopo memiliki potensi air tanah. Kecamatan yang memiliki potensi air tanah yang baik yaitu Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Telluwanua, Bara dan Wara Timur. Keterdapatan air tanah di Kecamatan Mungkajang berupa air tanah dangkal sampai kedalaman 10 m. Hal sama juga terdapat di Wara Barat, keterdapatan air tanah hanya sampai kedalaman 5 m. Hal yang berbeda terlihat di Kecamatan Sendana. Di Kelurahan Peta keterdapatan air tanah dapat ditemukan pada kedalaman 20 m, keterdapatan air tanah di Kelurahan Sendana pada kedalaman 0 – 15 m dan >45 m dan keterdapatan air tanah di Kelurahan Purangi pada kedalaman 0 – 25 m dan >40 m.



Gambar 2. Peta isoresistivity Kota Palopo kedalaman 5 m

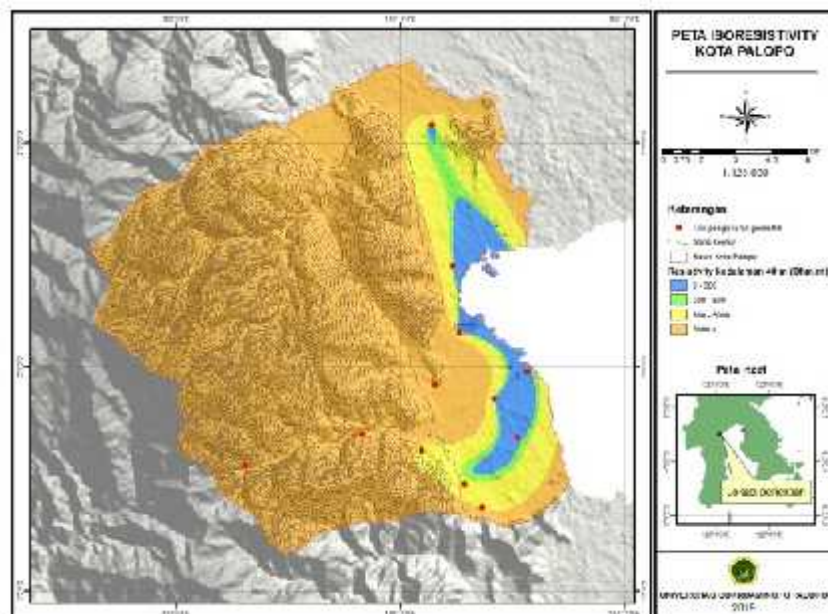
Gambar 2 merupakan peta isoresistivitas Kota Palopo pada kedalaman 5 m. Dalam peta tersebut dapat dilihat bahwa kawasan yang memiliki potensi air tanah terletak pada bagian timur atau daerah pesisir Kota Palopo. Hal ini ditunjukkan dengan adanya lapisan batuan yang memiliki resistivitas <300 Ohm.m (biru). Kawasan potensi air tanah Kota Palopo mencakup 11,5% dari luas wilayah Kota Palopo yang meliputi Kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.



Gambar 3. Peta *isoresistivity* Kota Palopo kedalaman 20 m

Pada peta isoresistivitas kedalaman 20 m (Gambar 3), pola sebaran air tanah berupa spot-spot kecil (setempat – setempat) yang terdapat di Kecamatan Telluwanua, Wara Utara dan Wara. Potensi air tanah pada kedalaman ini kecil hanya 0,4% luas Kota Palopo.

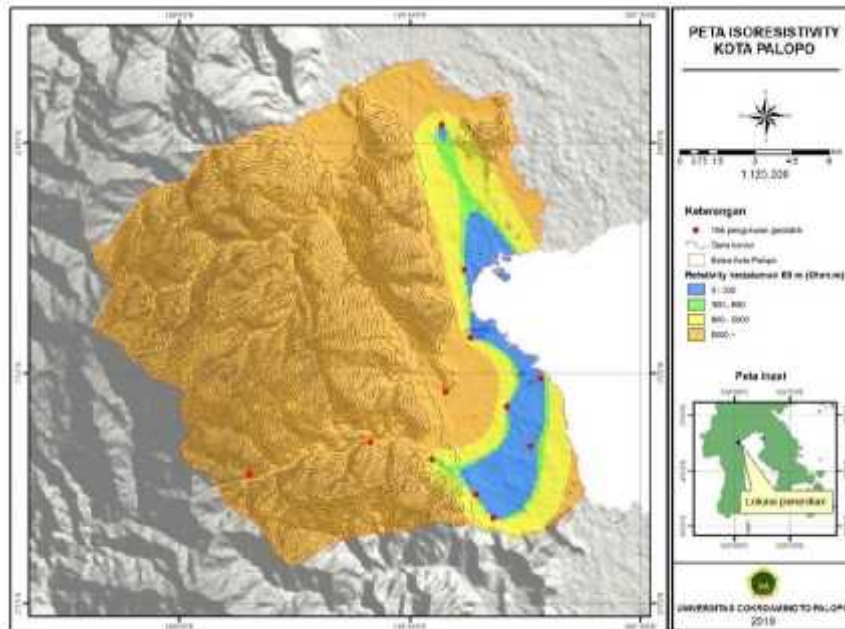
Sebaran air tanah Kota Palopo berdasarkan peta isoresistivity kedalaman 40 m (Gambar 4) memperlihatkan pola yang hampir sama pada kedalaman 5 m. Dalam peta tersebut kawasan yang memiliki potensi air tanah terletak pada bagian timur atau daerah pesisir Kota Palopo. Kawasan potensi air tanah Kota Palopo mencakup 4,7% dari luas wilayah Kota Palopo yang meliputi Kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.



Gambar 4. Peta *isoresistivity* Kota Palopo kedalaman 40 m



Peta isoresistivitas Kota Palopo pada kedalaman 60 m (**Error! Reference source not found.**) juga memperlihatkan pola daerah yang memiliki potensi air tanah berada pada daerah pesisir yaitu di sebelah timur Kota Palopo. Kawasan Potensi air tanah Kota Palopo pada kedalaman ini 6,2% dari luas Kota Palopo yang meliputi tujuh kecamatan yaitu kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.



Gambar 5. Peta *iso*resistivity Kota Palopo kedalaman 60 m

Secara umum, Kota Palopo memiliki potensi air tanah yang melimpah. Keberadaan air tanah dapat dijumpai pada kedalaman 5 – 60 m. Sebaran air tanah terbesar meliputi 11,5% luas Kota Palopo pada kedalaman 5 m, 6,2% pada kedalaman 60 m dan 4,7% pada kedalaman 40 m. Potensi air tanah terkecil berada pada kedalaman 20 m dengan persentasi cakupan 0,4% (Tabel 3).

Tabel 3. Persentase resistivitas batuan beserta litologinya

No	Resistivitas (Ohm.m)	Kedalaman				Litologi
		60 m (%)	40 m (%)	20 m (%)	5 m (%)	
1	0 - 300	6.2	4.7	0.4	11.5	Pasir jenuh air
2	300 - 800	2.2	2.2	0.7	10.1	Lempung, endapan aluvium
3	800 - 5000	10.1	10.0	10.8	27.7	Lempung, basal (lapuk)
4	5000 >	81.5	83.1	88.1	50.8	Tubuh batuan Basal, Granit
Jumlah		100.0	100.0	100.0	100.0	

Secara geologi, bagian timur Kota Palopo tersusun atas batuan endapan aluvial berupa pasir, kerikil, lumpur dan lempung. Sebaran batuan ini meliputi pesisir pantai Kota Palopo mulai dari kecamatan paling utara yaitu kecamatan Telluwanua hingga kecamatan yang paling selatan yaitu Wara Selatan. Endapan alluvial ini bersifat permeabel dan berpori sehingga yang dapat menyimpan air tanah dan meloloskan air.

Air hujan yang turun ke bumi khususnya pegunungan di Kota Palopo bagian barat, sebagian langsung meresap ke dalam tanah melalui pori – pori tanah. Sebagian lagi air mengalir pada permukaan tanah sebagai air permukaan selanjutnya ke sungai Latuppa. Sungai Latuppa bermuara di Teluk Bone membawa endapan – endapan dari pegunungan. Endapan – endapan ini dalam waktu yang lama terendapkan secara terus – menerus membentuk endapan sungai. Endapan sungai ini memiliki karakteristik tidak kompak dan memiliki pori yang besar sehingga dapat menyimpan air. Air yang mengisi pori – pori endapan ini secara terus menerus mengakibatkan lapisan tersebut tersaturasi sehingga menghasilkan lapisan zona jenuh. Pada zona jenuh ini lapisan air tanah terbentuk menghasilkan suatu cekungan air tanah seperti pada cekungan air tanah Salubattang di Kecamatan Telluwanua.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Sebaran air tanah Kota Palopo melingkupi area 0,4 – 11,5% luas Kota Palopo pada kedalaman 5 - >60 m dengan material berupa endapan alluvial seperti lempung, lumpur dan pasir.
- b. Daerah yang memiliki potensi air tanah terdapat pada wilayah pesisir di sebelah timur Kota Palopo yang meliputi Kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.

## Referensi

- [1] Pemerintah Kota Palopo, *Peraturan Daerah Kota Palopo Nomor 9 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Palopo tahun 2012 – 2032*. Kota Palopo: Pemerintah Kota Palopo, 2012.
- [2] R. H. Manrulu, A. Nurfalaq, and I. D. Hamid, "Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo," *Jurnal Fisika Flux Vol 15 No. 1*, pp. 6-12, 2018.
- [3] B.Usman, R. H. Manrulu, A. Nurfalaq, and E. Rohayu, "Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger," *Jurnal Fisika Flux Volume 14 No 2*, pp. 65 – 72., 2017.
- [4] BPS Kota Palopo, *Kota Palopo dalam Angka 2017*. Kota Palopo: BPS Kota Palopo, 2017.
- [5] P.Rejekiningrum, "Peluang Pemanfaatan Air Tanah untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air," *Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 3 No. 2*, pp. 85-96, 2009.
- [6] Y. Xiao et al., "Geostatical Interpolation Model Selection Based on ArcGIS and Spatio-Temporal Variability Analysis of Groundwater Level in Piedmont Plains, Northwest China ," *Journal PringerPlus*, vol. V, no. 425, pp. 1-15, 2016.
- [7] T. O. Simandjuntak, E .Rusmana, Surono , and J. B. Supaandjono, *Peta Geologi Lembar Malili, Sulawesi*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Departemen Pertambangan dan Energi, 1991.
- [8] Djuri , Sudjatmiko , S. Bachri, and Sukido , *Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo, Sulawesi*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Departemen Pertambangan dan Energi, 1998.
- [9] W. Lowrie, *FUndamentals of Geophysics*, 2nd ed. New York, USA: Cambridge University Press, 2007.



- [10] M. H. Loke, *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*. Penang: Geotomo Software, 1999.
- [11] W. M. Telford, L. P. Geldart, and R. E. Sheriff, *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press, 1990.
- [12] Esri, *ArcGIS Desktop Help: Comparing interpolation methods*. California: Environmental Systems Research Institute, Inc., 2014.
- [13] M. A. Widiawaty, M. Dede, and A. Ismail, "Kajian Komparatif Pemodelan Air Tanah Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Desa Kayuambon, Kabupaten Bandung Barat," *Jurnal Pendidikan Geografi, Volume 18, Nomor 1*, pp. 63-71, 2018.
- [14] R. H. Manrulu and A. Nurfalaq, *Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Kota Palopo: UNCP Press, 2017.